

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В АНАЛІЗІ СОЦІОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Кислова Ольга Миколаївна – кандидат соціологічних наук, доцент, докторант кафедри прикладної соціології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Бондаренко Катерина Борисівна – магістрант соціологічного факультету Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна

У статті доводиться необхідність тестування можливостей нових методів, що з'явилися в результаті швидкого розвитку комп'ютерних технологій обробки інформації; аналізуються переваги та недоліки використання штучних нейронних мереж в аналізі соціологічних даних, представляються прийоми реалізації нейромережевого моделювання в SPSS-17. Автори доходять висновку, що, незважаючи на складність інтерпретації результатів нейромережевого моделювання, ця технологія має право бути включеною до методного арсеналу соціолога, оскільки інші методи не здатні з такою ж високою точністю здійснити прогнозування на підставі не дуже великих вибірок.

Ключові слова: штучні нейронні мережі, технологія нейромережевого моделювання, аналіз соціологічної інформації.

В статье доказывается необходимость тестирования возможностей новых методов, появившихся в результате быстрого развития компьютерных технологий обработки информации; анализируются достоинства и недостатки использования искусственных нейронных сетей в анализе социологических данных; представляются приемы реализации нейросетевого моделирования в SPSS-17. Авторы приходят к выводу, что, несмотря на сложность интерпретации результатов нейросетевого моделирования, эта технология имеет право быть включенной в методный арсенал социолога, поскольку иные методы не способны со столь высокой точностью осуществить прогнозирование на основании не слишком больших выборок.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, технология нейросетевого моделирования, анализ социологической информации.

The article shows the need to test capabilities of new methods, that have resulted from the rapid development of computer information processing technology; analyzes the advantages and disadvantages of using artificial neural networks in the analysis of sociological data, presented neural network modeling techniques implementation in SPSS – 17. The authors conclude that, despite the complexity of interpreting the results of neural networks modeling, this technology has the right to be included in the arsenal of methods of sociologist, because other methods are not capable of such a high accuracy to provide the prognosis on the basis of not very large samples.

Key terms: artificial neural networks, neural network modeling techniques, the analysis of sociological data.

Штучні нейронні мережі, які зазвичай називають просто нейронними мережами, на сьогодні є одним з найбільш відомих та водночас загадкових засобів інтелектуального аналізу даних, що розвивається завдяки досягненням в галузях теорії нейронних мереж та інформатики. Оскільки бурхливий розвиток комп'ютерної техніки створює передумови для появи нейрокомп'ютерів (тобто комп'ютерів 6-го покоління), які, за прогнозами фахівців в галузі штучного інтелекту, будуть переробляти інформацію за тими ж принципами, що й людський мозок (див., наприклад, [1]), то зацікавленість нейромережевими технологіями поступово охоплює все більш широке коло користувачів, в тому числі й соціологів. Проте впровадження будь-яких новітніх методів у повсякденну практику соціолога завжди було пов'язано з певними труднощами, обумовленими необхідністю пристосувати методи, розроблені в інших наукових галузях, до специфіки соціологічного аналізу. В цьому контексті **актуалізується** необхідність тестування нових можливостей аналізу соціологічної інформації, які відкриваються перед соціологами у зв'язку з розвитком інформаційних технологій, зокрема, технологій, заснованих на теорії штучних нейронних мереж.

Метою даної статті є дослідження можливостей застосування нейронних мереж в аналізі соціологічної інформації.

Для досягнення поставленої мети ми розглянемо сутність поняття "нейронна мережа", проаналізуємо публікації щодо застосування нейронних мереж в соціології, обговоримо переваги та недоліки нейромережевої технології в контексті обробки та аналізу масивів соціологічних даних.

Поняття "штучна нейронна мережа" виникло в галузі штучного інтелекту в процесі пошуку можливостей моделювання структури мозку, що надає змогу живим істотам навчатися, виправляючи власні помилки. Цим терміном позначають певний клас математичних моделей та їх програмних або апаратних реалізацій, які побудовані за принципами організації й функціонування біологічних нейронних мереж, тобто мереж нервових кліток живого організму.

Особлива привабливість нейронних мереж полягає в тому, що їх застосування, завдяки так званому навчанню на наявних даних, дає можливість *прогнозувати*, які значення прийматимуть досліджувані змінні у нових спостереженнях, ґрунтуючись на даних попередніх спостережень. При грамотному застосуванні інструментарію нейронних мереж точність таких прогнозів значно перевищує точність прогнозів, здійснених за допомогою інших, зокрема класичних статистичних методів. Завдання прогнозування вирішується нейронними мережами аналогічно завданню розпізнавання образів, а умовою застосування нейромереж в прогнозуванні є наявність "історичних даних", використовуючи які мережа може "навчитися".

Крім того, певні типи нейронних мереж (наприклад, мережі Кохонена) можуть застосовуватись й без навчаючих вибірок для вирішення завдань класифікації та кластеризації, що розширює можливості типологічного аналізу, оскільки з'являється новий інструмент перевірки якості типологій, які побудовані завдяки застосуванню інших методів.

У теперішній час нейронні мережі застосовуються у різних галузях: інформатиці, економіці, медицині та багатьох інших. Застосовують їх і в соціології, але поки ще досить рідко, що, на нашу думку, обумовлено складністю як самої теорії нейронних мереж, так і методів комп'ютерної реалізації нейронних алгоритмів. Проте соціологи на наукових форумах обговорюють можливості, переваги та недоліки нейромережевих технологій у контекстах аналізу соціологічних даних, дослідження структури та динаміки соціальних систем, прогнозування соціальних показників та моделювання соціальних процесів.

Першим застосуванням технології нейронних мереж в соціології можна вважати побудову нейромережевої моделі релігійної віри, здійснену у 1995 році [2]. Західні соціологи періодично звертаються до нейронних мереж з метою моделювання та прогнозування соціальних явищ та процесів (див., наприклад, [3; 4]). Російські соціологи Г. В. Градосельська, А. О. Давидов, Г. М. Орлов та деякі інші застосовують нейронні мережі в своїх дослідженнях. При цьому ми повинні відзначити, що наші пошуки щодо застосування нейронних мереж у практиці вітчизняних соціологів не дали результатів.

Г. В. Градосельська використовує нейромережеві технології в аналізі соціальних мереж. В її роботі "Мережеві вимірювання в соціології" [5] нейронним мережам присвячено окремий розділ, оскільки авторка вважає, що штучні нейронні мережі являють собою область мережевого аналізу. Вона зазначає, що потенціал застосування нейронних мереж у соціології вкрай потужний, проте обмежується лише розглядом евристичного потенціалу нейромережевих технологій у вивченні когнітивних процесів, залишаючи поза увагою інші, на нашу думку, більш важливі можливості цих технологій (зокрема можливості аналізу соціологічної інформації та виявлення нового знання з масивів, що отримані в результаті масового опитування).

Особливу увагу привертають публікації А. О. Давидова. Так, у роботі "Системний підхід у соціології: нові напрямки, теорії та методи аналізу соціальних систем" наведено приклад застосування нейромережі для виявлення факторної структури політичної системи. Емпіричною основою (навчаючою вибіркою) дослідження слугували дані моніторингу, проведеного Всеросійським центром вивчення суспільної думки у період з квітня 1994 р. по березень 2001 р.: нейронна мережа, побудована для прогнозування частки тих, хто довіряє Г.Явлінському, навчалася на цих даних та дала вірний прогноз на 2004 р.. Крім того, автор наводить приклади застосування нейронних мереж у вивченні інших соціальних систем: світу в цілому, Росії, автокатастроф тощо [6]. А. О. Давидов, узагальнюючи власний досвід практичного застосування нейромережевих технологій у прогнозуванні, пропонує робити змістовні висновки щодо досліджуваних соціальних феноменів, застосовуючи кілька різних методів побудови нейронних мереж та алгоритмів їх навчання, що підвищує вірогідність отриманих результатів [7].

Аналіз публікацій з проблеми застосування нейронних мереж в соціології показав, що сьогодні найчастіше нейромережеві технології апробуються в електоральних дослідженнях. Так, В. В. Круглов та М. І. Длі у статті "Застосування апарату нейронних мереж для аналізу соціологічних даних" [8] окреслюють можливості нейромережевих методів для виявлення структури соціально-територіальної групи середнього масштабу в рамках дослідження електорату Смоленського регіону та показують, що прогноз, здійснений завдяки застосуванню нейронних мереж, має досить високу точність (похибка близько 4%) та співпадає з результатами виборів до

федеральних і міських органів влади. Крім того, вони зазначають, що в аналізі соціологічних даних за допомогою стандартних нейромережових кластерів може бути ефективно реалізований кластерний аналіз.

Г.М. Орлов та В.Г. Шуметов, розробляючи модель електоральних переваг, також звернулися до нейронних мереж. Вони здійснили порівняння можливості різних методів багатовимірного статистичного аналізу з можливостями штучних нейромереж та виявили, що побудова прогностичних регіональних моделей нейромережевими засобами забезпечує ймовірність прогнозування електоральної поведінки з точністю порядку 75% навіть при не дуже великих обсягах вибірки (1000 респондентів). Досягнення таких результатів за допомогою методів класичного статистичного аналізу стає можливим лише за умови наявності дуже великої вибірки, що обумовлюється необхідністю порівняння великої кількості окремих груп¹ [9].

Мережі Кохонена, що самонавчаються, являють собою особливий клас нейромережових технологій. Вони теж не залишилися без уваги російських дослідників, які спробували застосувати цю технологію для аналізу переваг виборців [10].

Неможливо не відзначити, що нейромережові алгоритми та технології у якості новітнього засобу моделювання й прогнозування різноманітних процесів привертають увагу фахівців, що вивчають різні аспекти соціальної реальності [11-14]. Наприклад, М. Г. Доррер у роботі "Інтуїтивне передбачення нейромережами взаємостосунків у групі" [11] показує, що нейромережі здатні породжувати прогноз результатів соціометричного експерименту, а також що цей прогноз є загальнозначущим для всіх досліджуваних респондентів з рівним соціальним статусом і стійкий щодо складу групи. У висновку він констатує, що нейронна мережа дозволяє із задовільною точністю передбачувати взаємостосунки типу "людина – людина" і "людина – група". Цікавими, з нашого погляду, є також публікації [13] та [14], що презентують можливості нейромережових моделей в дослідженнях динаміки безробіття [13] та тривалості шлюбу [14].

Аналіз публікацій щодо застосування нейронних мереж в аналізі соціологічної інформації показав: ті соціологи, які тестували можливості нейромережової технології, вважають перспективним її застосування в області соціології. Серед *переваг* методу нейронних мереж, найчастіше зазначаються такі.

1. *Вирішення задач при невідомих закономірностях.* Використовуючи здатність до навчання та узагальнення, нейронні мережі здатні вирішувати задачі навіть за відсутності апріорного знання про масив даних, закономірності розвитку ситуації та залежності між перемінними, вхідними та вихідними даними. Таким чином, нейронні мережі, як й інші методи інтелектуального аналізу, дають можливість пошуку апріорно не прогнозованих знань в масивах емпіричної інформації. Традиційні статистичні та математичні методи не здатні адекватно вирішувати такі завдання.

2. *Стійкість до шумів у вхідних даних.* Нейронні мережі здатні давати точні прогнози, незважаючи на наявність різнотипних, неінформативних, пропущених даних та не потребують нормальності розподілів вхідних перемінних. Пропущені дані в контексті аналізу соціологічної інформації – це не відповіді респондентів на запитання анкети. Кожному соціологу відомо, до яких труднощів призводить ситуація, коли в масиві даних багато таких "невідповідей". Нейронні мережі здатні прогнозувати значення таких втрачених даних, що робить нейромережові технології дуже привабливими для соціологів-аналітиків. Наш досвід тестування нейронних мереж дає можливість підтвердити, що це дійсно так. При включенні до аналізу пропущених значень помилка неістотно збільшується, але не спотворює результатів аналізу. (При вирішенні задачі класифікації, ми побудували аналогічні конфігурації мережі, що різнилися лише "включенням" і "невключенням" пропущених значень. При порівнянні двох результатів різниця помилок була помітна, проте не істотна.)

3. *Адаптація до змін зовнішнього середовища.* Нейронні мережі мають властивість адаптуватися до змін зовнішнього середовища, іншими словами, навчена на певній сукупності нейронна мережа здатна адаптуватися до змін в аналізованій сукупності (тобто до появи нової інформації), а також може вирізняти та класифікувати нові перемінні, що не зустрічалися в навчаючій сукупності.

4. *Потенційна швидкодія.* Нейронні мережі володіють потенціальною швидкістю за рахунок використання масового паралелізму обробки даних.

Проте, наш власний досвід практичної реалізації нейромережової технології показав наявність певних *недоліків*, до яких можна віднести:

1. *Наявність спеціалізованого програмного інструментарію.* Реалізація алгоритмів побудови нейронних мереж пов'язана з необхідністю застосування спеціалізованого програмного забезпечення. Сьогодні найбільш популярним та застосовуваним соціологами є пакет SPSS, який постійно оновлюється і вже дозволяє реалізувати певні методи інтелектуального аналізу даних: починаючи з 15-ої версії SPSS, реалізує метод дерев класифікації, а з

¹ В цьому дослідженні необхідно було порівняти 45 груп респондентів

17-ої будує нейронні мережі. SPSS-17 дозволяє здійснити лише два нейромережевих алгоритми: багатошаровий перцептрон (Multilayer Perceptron, MLP) та радіальну базисну функцію (Radial Basic Function, RBF). Проте таких можливостей пакету SPSS аналітику часто буває замало, оскільки для отримання гарного прогнозу треба перевірити кілька нейромережевих моделей та вибрати ту, що адекватна досліджуваним даним. Крім того, SPSS-17 не реалізує побудову мереж Кохонена, що означає неможливість здійснити нейромережеву кластеризацію за допомогою цього "інструмента соціолога".

2. *Складність змістовної інтерпретації нейронних мереж.* Побудовану нейронну мережу SPSS, як й інші пакети аналізу даних, представляють у вигляді рисунку та купи таблиць, що містять інтенсивності вхідних сигналів і вагових коефіцієнтів. Проте соціологу дуже важко проінтерпретувати ці результати, оскільки треба розбиратися в теорії нейронних мереж. Крім того, нейронні мережі працюють як "чорний ящик", оскільки отриманий результат (навіть найточніший прогноз) ніяк не пояснюється. Таким чином, проблеми інтерпретації призводять до зниження цінності отриманих результатів.

3. *Штучні нейронні мережі вимагають навчання.* Для реалізації алгоритму навчання нейромережі потребують час, тим більший, чим більша кількість змінних включається до аналізу, в зв'язку з чим, реалізувати побудову нейронних мереж рекомендується на сучасних потужних комп'ютерах, що здатні до паралельних обчислювань.

4. *"Легкість" застосування нейронних мереж – це міф.* У літературі з нейронних мереж часто можна зустріти точку зору, що однією з найголовніших переваг нейромереж є легкість їх застосування. Проте, на практиці ця теза не виправдовує себе повною мірою. Так, приступаючи до роботи з модулем Neural Networks в пакеті SPSS-17, соціолог зобов'язаний володіти досить ґрунтовними знаннями, по-перше, зі статистики, по-друге, з теорії нейронних мереж, по-третє, з роботи з пакетом SPSS. Крім того, простота в застосуванні та інтерпретації штучних нейронних мереж прямо пов'язана із пакетом, в рамках якого реалізований нейромережевий модуль. На відміну від пакету STNeural, у SPSS відсутня функція підказки для обрання найвідповіднішого алгоритму для вирішення конкретної задачі, користувач має сам визначати всі параметри мережі, що створює певні труднощі.

Отже, зробимо кілька висновків, що ґрунтуються на нашому досвіді побудови нейронних мереж в SPSS-17. Перш за все зазначимо, що в нейромережевому підході розроблено велику кількість алгоритмів, і кожен з них призначений до вирішення лише певного кола задач. Рідко трапляється, щоб один і той же алгоритм був здатний і до класифікації, і до кластеризації, і до прогнозування, і до стиснення даних. У модулі пакету SPSS, який реалізує побудову нейронних мереж, представлені два алгоритми, які здатні вирішувати задачі класифікації та регресії, проте не спроможні виконати кластеризацію. Таким чином, хоча "пересічний соціолог" і отримав інструмент для застосування нейронних мереж в своїх дослідженнях¹, але повною мірою реалізувати нейромережевий підхід неможливо без застосування інших пакетів.

Стосовно практичного застосування певних алгоритмів соціологу корисно пам'ятати, що при вирішенні одних і тих самих задач класифікації багатошаровий перцептрон MLP і RBF-мережа показують різну швидкість навчання. Так, для класифікації за невеликою кількістю ознак алгоритм MLP потребував на порядок менше часу, ніж RBF-мережа. Проте, при вирішенні більш складних задач (наприклад, класифікація за 12 ознаками) MLP навчався значно довше за RBF-мережу.

Окрім цього, слід зазначити, що для створення адекватної нейромоделі необхідно побудувати низку конфігурацій нейронної мережі. В літературі часто зустрічається вказівка, що для економії часу дослідника побудову мереж необхідно проводити одночасно, паралельно. Така можливість закладена у функції нейропакетів, проте, пакет SPSS-17 на практиці не надає соціологу подібної можливості, оскільки ми застосовуємо звичайні, не дуже потужні комп'ютери; побудова мережі з кількістю змінних, більшою за 6-8, вимагає практично всієї потужності комп'ютера, що має середні параметри, отже, одночасна реалізація кількох алгоритмів виявляється не можливою.

Завершуючи розгляд можливостей застосування нейронних мереж для аналізу соціологічних даних, ми хочемо підкреслити, що, незважаючи на труднощі застосування та певні обмеження, нейромережеві алгоритми повинні бути включені в методний арсенал соціолога, оскільки точність нейромережевого прогнозування значно перевищує точність прогнозів, зроблених класичними методами.

У цій публікації ми навмисно зосередились на *потенціалі* нейронних мереж, залишивши поза увагою власні приклади побудови нейромережевих моделей, оскільки презентація цих моделей не може бути здійснена поза контекстом аналізу змодельованих соціальних феноменів. Ми сподіваємось, що зможемо найближчим часом представити отримані результати, змістивши акцент з методів на *змістовну інтерпретацію*.

¹ SPSS-17 є доступним широкому колу користувачів, оскільки ця версія пакету є в Інтернет.

Література:

1. Дунин-Барковский В. Л. Нейрокибернетика, Нейроинформатика, Нейрокомпьютеры. В кн. Нейроинформатика. / А. Н. Горбань, В. Л. Дунин-Барковский, А. Н. Кирдин и др. – Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – 296 с
2. Bainbridge W.S. Neural Network Models of Religious Belief / William Sims Bainbridge // Sociological Perspectives. – Vol. 38. – No. 4, Computer Simulations and Sociological Theory (Winter, 1995), pp. 483-495.
3. Sociology and Complexity Science blog. – Режим доступа: <http://sacswebsite.blogspot.com/>
4. Garson G. Neural Networks: An Introductory Guide for Social Scientists / G. David Garson. – N.C.: Nort Carolina Publ. – 1998. – 208 p.
5. Градосельская Г.В. Сетевые измерения в социологии: учебное пособие / Под ред. Г.С. Батыгина. – М.: Издательский дом "Новый учебник", 2004. – 248с.
6. Давыдов А.А. Системный подход в социологии: новые направления, теории и методы анализа социальных систем. – М.: КомКнига, 2005. – 324 с.
7. Давыдов А.А. Прогнозирование социальных явлений с помощью "нейронных" сетей // Социологические методы в современной социологической практике. Сборник материалов Всероссийской научной конференции памяти А.О.Крыштановского. Москва.: ИД ГУ-ВШЭ, 2007. – Режим доступа: http://new.hse.ru/sites/infospace/podrazd/facul/facul_soc
8. Крутлов В.В., Дли М.И. Применение аппарата нейронных сетей для анализа социологических данных / В.В. Крутлов, М.И. Дли // Социс. – 2001. – № 9. – С. 112-114.
9. Орлов Г.М., Шуметов В.Г. Модель электоральных предпочтений: методология построения / Г.М. Орлов, В.Г. Шуметов // Социс. – 2001. – №1. – С. 127-141.
10. Калягин В.А., Шиткова М.С. Анализ предпочтений избирателей с помощью самообучающихся сетей Кохонена (на примере Нижегородской области) / В.А. Калягин., М.С. Шиткова // Современные проблемы в области экономики, менеджмента, бизнес-информатики, юриспруденции и социально-гуманитарных наук: материалы VI научно-практической конференции студентов и преподавателей НФ ГУ-ВШЭ, 2008. – Режим доступа: <http://www.hse.ru/lingua/en/sci/publications/4417558.html>
11. Доррер М.Г. Интуитивное предсказание нейросетями взаимоотношений в группе / М. Г. Доррер // Методы нейроинформатики / Под. ред. А.Н. Горбаня; отв. за выпуск М.Г. Доррер. – КГТУ, Красноярск, 1998. – С. 111-129.
12. Жуков Л.А. Моделирование процесса поступления в вуз с помощью нейросетей / Жуков Л.А. // Моделирование неравновесных систем: Всероссийский семинар, Красноярск, 1998. – С.71-73; Жуков Л.А., Решетникова Н.В. Прогнозирование социальной опасности несовершеннолетних для центров по социальной реабилитации с помощью нейронных сетей / Жуков Л.А., Решетникова Н.В. // 2 семинар "Новые информационные технологии". Москва, 1999. – С.31-32; Майорова Л.А., Латыпова М.В., Жуков Л.А. Нейросетевая кластеризация по наиболее частым словам / Майорова Л.А., Латыпова М.В., Жуков Л.А. // 2 Всесибирский конгресс женщин математиков. – Красноярск: КГУ, 2002. – С.131-133.
13. Кузьминова Т.В. Моделирование динамики безработицы / Т.В. Кузьминова // Социология: 4М. – №16, 2003. – С. 100-113
14. Абруков В.С., Николаева Я.Г., Макаров Д.Н., Сергеев А.А., Карлович Е.В. Разработка моделей социальных явлений с помощью средств "Data Mining". / В.С. Абруков, Я.Г. Николаева, Д.Н. Макаров, А.А. Сергеев, Е.В. Карлович // В Кн.: Социологический диагноз культуры российского общества второй половины XIX – начала XXI вв.: Материалы Всероссийской конференции "Третьи чтения по истории российской социологии" (20-21 июня 2008 г., Санкт-Петербург) / Под редакцией В.В. Козловского. – СПб.: Интерсоцис, 2008. – С. 49-55.

© О. М. Кислова, 2010, © К. Б. Бондаренко, 2010